



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 203 11 033 U1 2004.12.30

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(22) Anmeldetag: 17.07.2003

(47) Eintragungstag: 25.11.2004

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: 30.12.2004

(51) Int Cl.: **F04B 9/02**
F04B 9/04

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Cooper Cameron Corp., Houston, Tex., US

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(56) Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GebrMG:

DE 198 80 317 C2

DE 199 55 080 A1

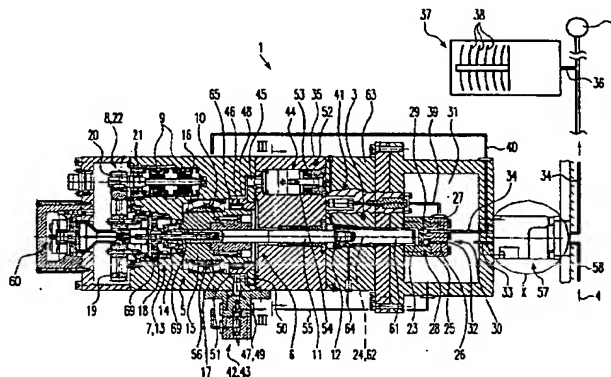
DE 20 38 369 A

DE 201 14 020 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Pumpvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Pumpvorrichtung (1) zur hydraulischen Betätigung eines insbesondere bei der Rohöl- oder Erdgasförderung eingesetzten Ventils (2), wie eines einer Förderleitung oder einem Tree zugeordneten Sicherheitsventils, mit einer Kolben- Zylindereinheit (3), von welcher Hydraulikfluid (4) in Richtung Ventil (2) unter Druck pumpbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine elektrische Antriebseinrichtung (5) mit dem Kolben (61) der Kolben-Zylindereinheit (3) zu dessen alternierender Bewegung in Kolbenlängsrichtung (62) innerhalb des Zylinders (63) bewegungsverbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpvorrichtung zur hydraulischen Betätigung eines insbesondere bei der Rohöl- oder Erdgasförderung eingesetzten Ventils, wie eines einer Förderleitung oder einem Tree zugeordneten Sicherheitsventils, mit einer Kolben-Zylinder-Einheit, von welcher Hydraulikfluid in Richtung Ventil unter Druck pumpbar ist.

[0002] Aus der Praxis sind entsprechende Pumpvorrichtungen bekannt, die in der Regel weit entfernt von dem eigentlichen Ventil angeordnet sind und nicht nur dieses mit Hydraulikfluid versorgen, sondern auch andere Einrichtungen insbesondere bei der Rohöl- oder Erdgasförderung. Das entsprechende Ventil ist dabei einer Förderleitung oder dergleichen als Sicherheitsventil zugeordnet und wird in der Regel als Downhole-Sicherheitsventil bezeichnet. Dieses ist bei maritimer Rohöl- oder Erdgasförderung unterhalb des Meeresspiegels entlang der Förderleitung angeordnet und dient zum Verschließen der Förderleitung im Falle beispielsweise eines Lecks oder dergleichen.

[0003] Bei solchen Sicherheitsventilen hat sich allerdings herausgestellt, dass häufig ein Leck auftritt und bereits nach relativ kurzer Zeit ein entsprechendes Hydraulikfluid ausgelaufen ist, selbst aus einem entsprechenden Vorratsbehälter. Außerdem kann ein Hydraulikfluid unter Druck nicht gezielt einem bestimmten Sicherheitsventil vor Ort oder relativ nahe zu dem Sicherheitsventil zugeführt werden, sondern in der Regel sind lange Hydraulikfluidleitungen erforderlich, wobei höchstens gegebenenfalls vor Ort beim Sicherheitsventil ein entsprechender Speicher für Hydraulikfluid angeordnet ist. Allerdings treten auch bei diesem die entsprechenden Leckprobleme auf.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Pumpvorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass der Hydraulikfluiddruck insbesondere vor Ort und nahe bei dem eigentlichen Ventil in sicherer und kontrollierbarer Weise konstruktiv einfach erzeugt wird.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Pumpvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird eine elektrische Antriebseinrichtung verwendet, die mit dem entsprechenden Kolben der Kolben-Zylinder-Einheit zu dessen alternierenden Bewegung in Kolbenlängsrichtung innerhalb des zugehörigen Zylinders bewegungsverbunden ist. Durch die elektrische Antriebseinrichtung wird eine Hydraulikfluid pumpende, elektrisch betriebene Pumpvorrichtung geschaffen, die gezielt einem Sicherheitsventil Hydraulikfluid zuführen kann, wobei der entsprechende Druck des Hy-

draulikfluids über die elektrische Antriebseinrichtung einstell- und überwachbar ist.

[0007] Die elektrische Antriebseinrichtung weist dabei genügend Leistung auf, um ausreichend Hydraulikdruck für das Ventil zu erzeugen. Durch entsprechende elektrische Zuleitung ist die Antriebseinrichtung betätigbar und deren Tätigkeit überwachbar.

[0008] Bevorzugt kann erfindungsgemäß eine elektrische Antriebseinrichtung verwendet werden, die einen Gewindetrieb, ein Untersetzungsgetriebe, ein Stirnradgetriebe und wenigstens eine Antriebswelle mit zumindest einem diese drehenden Elektromotor aufweist. Durch diese Kombination von Untergruppen ergibt sich eine elektrische Antriebseinrichtung, die äußerst wartungsfrei arbeitet und genau steuer- und regelbar ist und auch für viele andere Einrichtungen bei der Rohöl- und Erdgasförderung oder -gewinnung einsetzbar ist.

[0009] Durch Untersetzungsgetriebe und Stirnradgetriebe sowie auch den Gewindetrieb wird die Drehzahl des Elektromotors soweit untersetzt, dass auch geringfügige Verschiebungen des Kolbens möglich sind. Dadurch ist der Hydraulikdruck bzw. die Menge des Hydraulikfluids, die durch die Pumpvorrichtung in Richtung Ventil gepumpt wird, äußerst genau bestimmbar.

[0010] Um den Gewindetrieb in einfacher Weise an die alternierende Bewegung des Kolbens in Kolbenlängsrichtung anzupassen, kann der Gewindetrieb eine drehbare, aber axial unverschiebbliche Spindelmutter und eine axial verschiebbliche Gewindespindel aufweisen.

[0011] Die entsprechende Axialbewegung der Gewindespindel kann in eine Bewegung des Kolbens in Kolbenlängsrichtung umgewandelt werden.

[0012] Bei einem einfachen Ausführungsbeispiel kann die Gewindespindel an ihrem Betätigungsende mit dem Kolben lösbar verbunden sein. Dadurch kann auf weitere Zwischenglieder verzichtet werden, wodurch der Aufbau der Pumpvorrichtung äußerst kompakt ist.

[0013] Ein verschleißarmes und hochbelastbares Untersetzungsgetriebe, das gleichzeitig die Kompaktheit der erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung unterstützt, kann darin gesehen werden, dass die Spindelmutter mit dem insbesondere als sogenanntes Harmonic Drive Getriebe ausgebildeten Untersetzungsgetriebe bewegungsverbunden ist.

[0014] In diesem Zusammenhang besteht die Möglichkeit, dass die Spindelmutter mit einer flexiblen, becherförmigen Zahnhülse des Harmonic Drive Getriebes drehfest verbunden ist. Diese Verbindung

kann direkt oder durch Zwischenschaltung eines weiteren Bauteils erfolgen. Bevorzugt kann in diesem Zusammenhang zwischen Zahnhülse und Spindelmutter eine Drehhülse angeordnet sein, welche an einem Ende mit der Zahnhülse und am anderen Ende mit der Spindelmutter drehfest verbunden ist.

[0015] Diese Drehhülse ist beispielsweise über Rollenschräglager innerhalb der Pumpenvorrichtung drehbar gelagert.

[0016] Ein Harmonic Drive-Getriebe weist außer der Zahnhülse in der Regel noch einen Wellengenerator und ein drehfestes Ringelement auf. Der Wellengenerator ist innerhalb der Zahnhülse angeordnet und lenkt diese an zwei gegenüberliegenden Stellen aufgrund ihrer Flexibilität soweit radial nach außen aus, dass eine Außenverzahnung der Zahnhülse mit einer Innenverzahnung des festen Ringelements an diesen beiden gegenüberliegenden Stellen in Eingriff ist.

[0017] Dabei kann der Wellengenerator des Harmonic Drive Getriebes drehfest mit einem ersten Stirnrad des Stirnradgetriebes verbunden sein, wobei ein zweites Stirnrad an der von dem wenigstens einen Motor angetriebenen Antriebswelle drehfest angeordnet ist.

[0018] Ein solches Stirnradgetriebe ist ebenfalls äußerst verschleißarm, zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus und kann gegebenenfalls selbsthemmend und selbstbremsend ausgebildet werden. Eine Möglichkeit für ein solches Stirnradgetriebe ist ein schrägverzahntes Doppelschraubgetriebe.

[0019] Bezüglich der Antriebswelle sei noch angemerkt, dass auf diese ebenfalls zwei oder mehr elektrische Motore ihre Antriebskraft übertragen können, oder dass zwei oder mehr Antriebswellen in Umfangsrichtung um das erste Stirnrad des Stirnradgetriebes mit entsprechenden elektrischen Motoren angeordnet sein können. Dadurch ergibt sich eine entsprechende Redundanz des Antriebs, wobei durch die Mehrzahl der eine Antriebswelle antreibenden Elektromotore auch kleinere und preiswertere Motore verwendet werden können, die in Zusammenwirkung eine entsprechend hohe und erwünschte Antriebsleistung ergeben.

[0020] Ein einfaches Ansaugen von Hydraulikfluid und Pumpen in Richtung Ventil ist beispielweise dadurch realisierbar, dass der Kolben in einem Kolbenraum des Zylinders in Kolbenlängsrichtung verstellbar gelagert ist, wobei der Kolbenraum an seiner Stirnseite wenigstens eine Ansaug- und eine Abgabebohrung aufweist. Über die Ansaugbohrung ist das Hydraulikfluid in den Kolbenraum einsaugbar bei entsprechender Bewegung des Kolbens und bei Änderung der Kolbenbewegungsrichtung das angesaugte

Hydraulikfluid über die Abgabebohrung unter Druck in Richtung Ventil pumpbar.

[0021] Um beim Ansaugen und Pumpen in einfacher Weise die jeweils andere Bohrung zu verschließen kann jeder Bohrung ein entgegengesetzt zur Hydraulikfluidströmungsrichtung durch diese Bohrung kraftbeaufschlagtes Rückschlagventil zugeordnet sein. Das heißt, dass bei der Ansaugbohrung das Rückschlagventil in Richtung Ansaugbohrung kraftbeaufschlagt ist und bei der Abgabebohrung in Richtung Kolben. Erst durch die entsprechende Kolbenbewegung öffnet sich dann das jeweilige Rückschlagventil, um die Ansaugbohrung bzw. alternativ die Abgabebohrung zu öffnen.

[0022] Um sowohl die Rückschlagventile in einfacher Weise relativ zu den Bohrungen anordnen und gegebenenfalls austauschen zu können und auch die Bohrungen ausbilden zu können, können die Bohrungen in eine insbesondere lösbar am Zylinder befestigten Zylinderbodenplatte ausgebildet sein. Die Bohrungen durchsetzen diese Zylinderbodenplatte wobei die entsprechenden Rückschlagventile den Bohrungen in dem Kolbenraum zugeordnet sind.

[0023] Um innerhalb der Pumpvorrichtung eine bestimmte Menge Hydraulikfluid bevorraten zu können, kann es als vorteilhaft betrachtet werden, wenn die Ansaugbohrung mit ihrem dem Kolben abgewandten Ende in einem Zwischenspeicher der Pumpvorrichtung mündet. In diesem Zwischenspeicher ist zumindest soviel Hydraulikfluid, dass der Betrieb auch bei Unterbrechung der weiteren Zuführung von Hydraulikfluid eine gewisse Zeit gewährleistet ist. Außerdem kann der Zwischenspeicher auch für weitere Zwecke eingesetzt werden, wie im folgenden noch erläutert wird.

[0024] Um durch die Abgabeöffnung in einfacher Weise Hydraulikfluid in Richtung Ventil abpumpen zu können, kann die Abgabeöffnung mit einer Abgabelleitung zur Weiterleitung des Hydraulikfluids in Richtung Ventil in Verbindung sein.

[0025] Um dabei den entsprechenden Druck im Hydraulikfluid aufrecht zu erhalten und keine äußeren Einflüsse befürchten zu müssen, kann die Abgabelleitung durch den Zwischenspeicher hindurch aus einem Pumpengehäuse herausgeführt sein.

[0026] Um die erfindungsgemäße Pumpvorrichtung nicht stetig zur Druckbeaufschlagung des entsprechenden Ventils zu betreiben, kann von der Abgabelleitung eine Verbindungsleitung zur Verbindung mit einem Akkumulator abzweigen. In diesem Akkumulator ist ausreichend Hydraulikfluid enthalten, um sowohl Leckverluste über einen längeren Zeitraum ausgleichen zu können, als auch Hydraulikfluid zu speichern, so dass die Pumpvorrichtung nur zeitweilig im

Einsatz ist.

[0027] In diesem Zusammenhang kann es weiterhin als vorteilhaft betrachtet werden, wenn der Akkumulator einen Druckspeicher insbesondere in Form von Belleville-Federn aufweist. Solche Federn sind in der Regel kegelschalenförmig gestaltet und in axialer Richtung belastbare Ringscheiben. Aus diesen Federn kann ein Federpaket gebildet werden, wobei die Stapelung sowohl parallel als auch seriell erfolgen kann. Mischtypen dieser Stapelung sind ebenfalls möglich. Dabei gilt als parallele Stapelung eine gleichartige Anordnung mehrerer Federn übereinander, während bei serieller Stapelung Federn um 180° gedreht relativ zueinander angeordnet sind.

[0028] Um gegebenenfalls weitere Einrichtungen mit Hydraulikfluid zu versorgen, kann von der Abgabeleitung und/oder der Abgabebohrung wenigstens eine Abzweigung abzweigen.

[0029] Eine erste Möglichkeit zur Versorgung einer weiteren Einrichtung kann darin gesehen werden, dass eine erste Abzweigung zu einem Druckschalter führt. Dieser kann dazu dienen, bei Erreichen eines vorbestimmten Druckes oder bei Unterschreiten eines vorbestimmten Druckes eine entsprechende Tätigkeit, Meldung oder dergleichen auszulösen.

[0030] Bei einem Ausführungsbeispiel gemäß Erfindung ist es als günstig zu betrachten, wenn der Druckschalter bei Erreichen eines vorbestimmten Hydraulikfluids in der ersten Abzweigung ein elektrisches Steuersignal zum Öffnen eines Sicherheitsventils ausgibt. Dadurch wird ein zu hoher Druck in der Druckvorrichtung verhindert. Über das Sicherheitsventil kann das Hydraulikfluid aus der Pumpvorrichtung gegebenenfalls abgegeben werden. Ein entsprechendes Sicherheitsventil kann an entsprechender Stelle der Pumpvorrichtung angeordnet sein, um dort Hydraulikfluid abzugeben. Ein mögliches Ausführungsbeispiel für ein solches Sicherheitsventil ist beispielsweise in Magnetventil oder dergleichen.

[0031] Um das Sicherheitsventil an vorbestimmter Stelle anordnen zu können, kann das Sicherheitsventil in einer zweiten Abzweigung angeordnet sein. Dadurch ist es direkt mit dem von der Abgabeleitung und/oder der Abgabebohrung vorliegenden Hydraulikfluid beaufschlagbar.

[0032] Bei einem Magnetventil ergeben sich oft Probleme bei dessen ordnungsgemäßer Betätigung, so dass bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel das Sicherheitsventil als mechanisch betätigbares Rückschlagventil ausgebildet sein kann. Dadurch ist das Ventil einfach aufgebaut und ist immer sicher und kontrolliert zu betätigen.

[0033] Um ein solches mechanisch betätigbares Rückschlagventil durch den Druckschalter auslösen zu können, kann das elektrische Steuersignal des Druckschalters an einen elektrischen Stellmotor, insbesondere Schrittmotor, übertragbar sein, durch welchen das Sicherheitsventil mechanisch betätigbar ist.

[0034] Um eine einfache mechanische Kopplung zwischen Stellmotor und Sicherheitsventil zu ermöglichen, kann ein Ritzel mit dem Stellmotor drehverbunden sein, welches Ritzel mit einer Nockenscheibe antriebsverbunden ist, wobei ein Betätigungsstößel des Sicherheitsventils mit der Nockenscheibe in Anlage ist. Durch entsprechende Drehung der Nockenscheibe wird der Betätigungsstößel des Sicherheitsventils zum Öffnen und Schließen des Ventils verschoben.

[0035] Es kann dabei als ausreichend angesehen werden, wenn die Nockenscheibe wenigstens einen Betätigungsnocken entlang ihres Umfangs aufweist. Durch den Stellmotor wird die Nockenscheibe bei entsprechend vorliegendem elektrischem Steuersignal soweit gedreht, dass der Nocken den Betätigungsstößel auslenkt und damit das Sicherheitsventil öffnet. Liegt ein entsprechender Notfall nicht mehr vor, kann die Nockenscheibe wieder in ihre Ausgangsstellung zurückgedreht werden, in der der Betätigungsnocken nicht mehr mit dem Betätigungsstößel in Anlage ist.

[0036] Um die Reibung zwischen Betätigungsstößel und Nockenscheibe zu reduzieren, kann der Betätigungsstößel ein Rollenstößel sein, der mit seiner Rolle mit einer Umfangsfläche der Nockenscheibe, auf der der Betätigungsnocken angeordnet ist, in rollender Anlage ist.

[0037] Um entsprechend immer eine sichere Anlage zwischen Rollenstößel und Umfangsfläche der Nockenscheibe zu gewährleisten, kann der Rollenstößel in Richtung Nockenscheibe federbeaufschlagt sein.

[0038] Um gegebenenfalls bei Ausfall des Stellmotors das Sicherheitsventil wieder schließen zu können, kann der Nockenscheibe und/oder dem Stellmotor eine automatische Rückdreheinrichtung zur Rückdrehung der Nockenscheibe zugeordnet sein. Durch diese Rückdreheinrichtung ist gewährleistet, dass beispielsweise bei Unterbrechung der elektrischen Versorgung, einem Schaden des Stellmotors oder dergleichen das Sicherheitsventil wieder geschlossen wird, indem die Nockenscheibe ausreichend weit zurückgedreht wird, wodurch Betätigungsnocken und Betätigungsstößel nicht mehr miteinander in Anlage sind.

[0039] Eine solche Rückdreheinrichtung kann beispielsweise der Nockenscheibe direkt zugeordnet

sein, indem diese bei ihrer Verdrehung in Betätigungsstellung eine entsprechende Feder spannt und durch die Spannung der Feder gegebenenfalls automatische in ihre Ausgangsstellung zurückgedreht werden kann. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kann eine uhrfederähnliche Wickel- oder Spiralfeder als Rückstelleinrichtung dem Stellmotor zugeordnet sein, welche durch Betätigung des Stellmotors zum Öffnen des Sicherheitsventils aus ihrem im Wesentlichen entspannten Zustand in einen gespannten Zustand überführbar ist. Arbeitet der Stellmotor ordnungsgemäß, wird bei Rückdrehung der Nockenscheibe die entsprechende Feder wieder in ihren im Wesentlichen entspannten Zustand zurückgestellt. Fällt allerdings der Stellmotor aus oder ist er nicht mehr betätigbar, kann durch die Federspannung eine automatische Rückstellung der Nockenscheibe zum Schließen des Sicherheitsventils erfolgen.

[0040] Eine einfache Anordnung einer solchen entsprechenden automatischen Rückdreheinrichtung kann darin gesehen werden, wenn die Wickel- oder Spiralfeder auf der dem Ritzel abgewandten Rückseite des Stellmotors mit diesem antriebsverbunden ist.

[0041] Um bei Öffnen des Sicherheitsventils das entsprechende Hydraulikfluid in einfacher Weise und definiert abführen zu können, kann eine Rückführleitung zur Rückführung des Hydraulikfluids bei geöffnetem Sicherheitsventil von diesem bis zum Zwischenspeicher verlaufen. Außer in den Zwischenspeicher kann das entsprechende Hydraulikfluid gegebenenfalls über die in den Zwischenspeicher mündende Zuführleitung zum Abbau des Überdrucks eindringen. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die Menge dieses zurückzuführenden Hydraulikfluids äußerst gering ist und nur zu einem geringen Zurückdrücken des in der Zuführleitung vorhandenen Hydraulikfluids führen würde.

[0042] Um die erfindungsgemäße Pumpvorrichtung einfach warten und auch aufbauen zu können, kann diese modulartig aufgebaut sein. Ein Modul kann beispielsweise die elektrische Antriebseinrichtung umfassen, während ein weiteres Modul die Pumpen-Zylinder-Einheit und ein noch weiteres Modul beispielsweise den Zwischenspeicher enthält. Die Module sind miteinander lösbar verbindbar und können sich noch aus weiteren Untermoduleinheiten zusammensetzen.

[0043] Um die Nockenscheibe in einfacher Weise drehbar zu lagern ohne spezielle Einrichtungen in der Pumpvorrichtung vorsehen zu müssen, kann die Nockenscheibe auf einem Außenumfang der Drehhülse drehbar gelagert sein. An der Drehhülse ist die Spindelmutter lösbar befestigt, wobei die Spindelmutter vollständig in einem entsprechenden Innenraum der Drehhülse angeordnet sein kann und wobei gleichzei-

tig im Bereich dieses Innenraums die Nockenscheibe drehbar auf dem Außenumfang der Drehhülse gelagert sein kann.

[0044] Um die Pumpvorrichtung in einfacher Weise und gegebenenfalls auch ferngesteuert durch ein entsprechendes Fahrzeug an einer Förderleitung, einem Tree oder dergleichen bei der Rohöl- oder Erdgasförderung befestigen zu können, kann eine Schnellkupplungseinrichtung zwischen Pumpengehäuse und Hydraulikfluidversorgungsleitung angeordnet sein. Ist der Akkumulator ebenfalls am Pumpengehäuse angebracht oder in diesem integriert, erfolgt ebenfalls dessen Befestigung an der entsprechenden Zuleitung zum Ventil, wobei allerdings der Akkumulator auch separat und über eine entsprechende eigene Schnellkopplungseinrichtung an dieser Leitung zum Ventil angebracht werden kann. Dadurch besteht beispielsweise die Möglichkeit, Pumpengehäuse mit Antriebseinrichtung und Kolben-Zylinder-Einheit separat vom Akkumulator zu entfernen und auszutauschen.

[0045] Aus Gründen der Sicherheit kann es als günstig angesehen werden, wenn wenigstens zwei Stellmotore zur Redundanz angeordnet sind. Die redundante Anordnung wurde bereits im Zusammenhang mit den Elektromotoren der Antriebseinrichtung erwähnt. Diese redundante Anordnung ist entsprechend auch für die Stellmotore von Vorteil. Jeder dieser Stellmotore kann separat angesteuert werden durch ein entsprechendes Signal von dem Druckschalter oder auch durch ein Signal von außen, wodurch dann das Sicherheitsventil zu öffnen oder zu schließen ist.

[0046] Als Hydraulikfluid können im Prinzip verschiedene Fluide verwendet werden, wobei vorteilhafter Weise vor Ort bereits verwendete Fluide eingesetzt werden. Ein solches Fluid ist beispielsweise bei den meisten Trees oder dergleichen bei der Rohöl- und Erdgasförderung ein sogenannter Inhibitor, der ein Einspritzfluid zum Einspritzen in den geförderten Rohstoff ist. Dieses Einspritzfluid ist ausreichend im Bereich eines Trees vorhanden, so dass keine Versorgungsprobleme vor Ort auftreten. Gleichzeitig ist ein Leck des Einspritzfluids in Richtung zu fördern dem Rohstoff relativ unkritisch, da es sowieso zur Förderung des Rohstoffes diesem zugesetzt wird.

[0047] Um die Betätigung der Pumpvorrichtung in einfacher Weise zu überwachen, kann ein Positionssensor zumindest der Gewindespindel zugeordnet sein. Durch die entsprechende Positionsbestimmung der Gewindespindel ergibt sich direkt die Position des Kolbens und durch dessen Bewegung ein Rückschluss auf die Menge des gepumpten Hydraulikfluids.

[0048] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfin-

derung werden im Folgenden anhand der in der Zeichnung beigefügten Figuren näher erläutert.

[0049] Es zeigen:

[0050] Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung;

[0051] Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung eines Details „X“ aus Fig. 1, und

[0052] Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III – III aus Fig. 1, wobei der Längsschnitt nach Fig. 1 einen Schnitt entlang der Linie I – I aus Fig. 3 entspricht.

[0053] In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung 1 dargestellt. Diese weist eine Antriebseinrichtung 5 auf, die elektrisch betätigt wird und aus einer Reihe von Untergruppen gebildet ist. Eine erste Untergruppe ist ein Gewindetrieb 6 aus drehbar aber axial unverschieblich gelagerter Spindelmutter 10 und einer axial verschieblich, aber drehfest gelagerten Gewindespindel 11. Die Spindelmutter 10 ist in eine entsprechende Innenbohrung oder Innenraum einer Drehhülse 15 eingesetzt und dort mit dieser lösbar über entsprechende Schraubbolzen befestigt. Die Drehhülse 15 ist mittels einer Reihe von Rollenschräglagern drehbar innerhalb eines Pumpengehäuses 35 gelagert.

[0054] Die Drehhülse 15 ist an ihrem von der Spindelmutter 10 abgewandten Ende mit einem Untersetzungsgetriebe 7 bewegungsverbunden. Dieses Untersetzungsgetriebe 7 als weiterer Teil der Antriebseinrichtung 5 ist als sogenannter Harmonic Drive 13 ausgebildet. Ein solcher Harmonic Drive 13 umfasst eine flexible Zahnhülse 14, ein fixiertes Ringelement 69 und eine innerhalb der Zahnhülse 14 angeordneten Wellengenerator 18. Die Zahnhülse 15 ist auf ihrer geschlossenen Seite mit einem Ende 16 der Drehhülse 15 lösbar verbunden. Der Wellengenerator 18 ist mit einem Stirnradgetriebe 8 als weiteren Teil der Antriebseinrichtung 5 bewegungsverbunden. Insbesondere erfolgt eine dehffeste Verbindung zwischen Wellengenerator 18 und einem ersten Stirnrad 19. Dieses ist mit wenigstens einem zweiten Stirnrad 20 in Eingriff, wobei die beiden Stirnräder 19, 20 ein schrägverzahntes Stirnradgetriebe 8 und insbesondere ein schrägverzahntes Doppelschraubgetriebe 22 bilden. Das zweite Stirnrad 20 ist an einer Antriebswelle 21 drehfest angeordnet, wobei auf die Antriebswelle 21 zwei Elektromotore 9 insbesondere in Form eines Synchron- oder Asynchronmotors einwirken.

[0055] Es besteht die Möglichkeit, mehrere solcher Antriebswellen mit zweitem Stirnrad 20 in Umfangsrichtung um das erste Stirnrad 19 anzuordnen, um

die Redundanz der erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung 1 bezüglich ihrer Antriebseinrichtung 5 zu erhöhen. Entsprechend sind jeder der Antriebswellen 21 einer, zwei oder mehr Elektromotore 9 zugeordnet.

[0056] Zur Positionsbestimmung insbesondere der in Längsrichtung 24 verschiebbaren Gewindespindel 11 ist in dieser in ihrem der Spindelmutter 10 zugeordnetes Ende ein Codierungsträger 69 eines Positionssensors 60 eingesteckt und dort lösbar befestigt. Ein solcher Codierungsträger weist ein positionsspezifisches Muster auf, das durch entsprechende Abtasteinrichtungen des Positionssensors 60 abgetastet und in eine entsprechende Position der Gewindespindel 11 umgewandelt wird.

[0057] Die Gewindespindel 11 ist mit ihrem Betätigungsende 12 mit einem Kolben 61 lösbar verbunden, der in einem entsprechendem Kolbenraum 23 einer Kolben-Zylinder-Einheit 3 in Längsrichtung 24 bzw. Kolbenlängsrichtung 62 hin- und herbewegbar gelagert ist. Die Kolben-Zylinder-Einheit 3 umfaßt entsprechend noch einen Zylinder 63, der durch verschiedene Moduleinheiten des modular aufgebauten Pumpengehäuses 35 gebildet ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt der Zylinder zumindest die Gehäuseteile, in denen der entsprechende Kolbenraum 23 enthalten ist.

[0058] An seiner Stirnseite 25 weist der Zylinder 63 bzw. der Kolbenraum 23 eine Zylinderbodenplatte 30 auf, in der eine Ansaugbohrung 26 und eine Abgabebohrung 27 im Wesentlichen parallel zueinander ausgebildet sind. Der Ansaugbohrung 26 ist auf Seiten des Kolbenraums 23 ein Rückschlagventil 28 vorgeordnet, das in Richtung Ansaugbohrung 26 federbeaufschlagt ist. Analog ist der Abgabebohrung 27 auf Seiten des Kolbenraums 23 ein Rückschlagventil 29 vorgeordnet, das in Richtung zum Kolben 61 federbeaufschlagt ist.

[0059] Bewegt sich der Kolben 61 in Fig. 1 nach links, wird durch entsprechenden Unterdruck im Kolbenraum 23 das Rückschlagventil 28 geöffnet und über Ansaugbohrung 26 dringt Hydraulikfluid 4 in den Kolbenraum 23 ein. Bewegt sich der Kolben 61 in Fig. 1 nach rechts, wird das im Kolbenraum 23 vorhandene Hydraulikfluid über das geöffnete Rückschlagventil 29 in die Abgabebohrung 27 eingedrückt.

[0060] Die Ansaugbohrung 26 mündet mit ihrem dem Kolben 61 abgewandten Ende 32 in einen Zwischenspeicher 31, der die Zylinderbodenplatte 30 im Wesentlichen umgibt. Der Zwischenspeicher 31 dient zur Speicherung von Hydraulikfluid, welches über eine in den Zwischenspeicher mündende Zuführleitung 33 zuführbar ist. Die Zuführleitung 33 ist mit einer Hydraulikfluidversorgungsleitung 58 über eine

Schnellkupplungseinrichtung 57 verbunden. Diese Schnellkupplungseinrichtung 57 dient ebenfalls zur Verbindung einer sich von der Abgabebohrung 27 durch den Zwischenspeicher 31 erstreckenden Abgabeleitung 34, die anschließend weiter in Richtung Ventil 2 geführt ist. Außerdem wird durch die Schnellkupplungseinrichtung 57 zumindest das Pumpengehäuse 35 der Pumpvorrichtung 1 an einer entsprechenden Einrichtung zur Rohöl- und Erdgasförderung, wie einer Förderleitung, einem Tree oder dergleichen lösbar befestigt.

[0061] Die Abgabeleitung 34 weist an ihrem zwischen der Schnellkupplungseinrichtung 57 und dem Ventil 2 verlaufenden Abschnitt wenigstens eine abzweigende Verbindungsleitung 36 auf, an der ein Akkumulator 37 als Druckspeicher für Hydraulikfluid angeschlossen ist. Bei einem Ausführungsbeispiel enthält dieser Druckspeicher eine Anzahl von Belleville-Federn, die parallel und/oder seriell gestapelt sind.

[0062] Im Bereich des Zwischenspeichers 31 bzw. der Zylinderbodenplatte 30 zweigen von der Abgabeleitung 34 bzw. von der Abgabebohrung 27 eine erste und eine zweite Abzweigleitung 39, 40 ab. Die erste Abzweigleitung 39 erstreckt sich bis zu einem Druckschalter 41. Durch diesen wird je nach Druck des Hydraulikfluids in der ersten Abzweigleitung 39 ein elektrisches Signal abgegeben, zumindest wenn der Hydraulikdruck einen vorbestimmten Wert überschreitet. Dieses elektrische Signal wird einem Stellmotor 44, wie beispielsweise einem Schrittmotor, zu dessen Betätigung zugeführt. In der Regel sind zwei solcher Stellmotore 44, 59, siehe auch Fig. 3, aus Redundanzgründen angeordnet. Der Stellmotor 44 weist eine Antriebswelle auf, an deren einem Ende ein Ritzel 45 angeordnet ist. Dieses ist in Eingriff mit einer Nockenscheibe 46, die auf einem Außenumfang 56 der Drehhülse 50 mittels Rollenlager 65 drehbar gelagert ist. Die Nockenscheibe 46 weist eine dem Ritzel 45 zugeordneten Verzahnung sowie zumindest einen Betätigungsnocken 48 auf, der bei entsprechender Betätigung des Verstellmotors 44 durch das elektrische Signal des Druckschalters 41 mit einem als Rollenstößel 49 ausgebildeten Betätigungsstößel 47 eines Sicherheitsventils 42 in Anlage gerät.

[0063] Der Rollenstößel 49 weist auf seiner der Umfangsfläche 51 der Nockenscheibe 46 zuweisenden Seite eine drehbar gelagerte Rolle 50 auf. Der Rollenstößel 49 ist in Richtung Umfangsfläche 51 der Nockenscheibe 46 federbeaufschlagt, so dass die Rolle 50 in rollender Anlage ist.

[0064] Das Sicherheitsventil 42 ist als mechanisch betätigbares Rückschlagventil 43 ausgebildet. Ein entsprechendes, im Wesentlichen kugelförmiges Ventilelement ist durch den Betätigungsstößel 47 aus seinem Ventilsitz entfernbar, wenn die Rolle 5 auf den Betätigungsnocken 58 aufläuft.

[0065] Durch Öffnen des Rückschlagventils 43 wird die zweite Abzweigleitung 40, die bis zum Rückschlagventil 43 um das Pumpengehäuse 35 herumgeführt ist, mit einer Rückführleitung 35 verbunden. Diese mündet in den Zwischenspeicher 31.

[0066] Das Ventilelement des Rückschlagventils 43 ist über ein entsprechendes Federelement in Richtung Schließstellung kraftbeaufschlagt, so dass es ohne Auslenkung durch den Betätigungsstößel 47 im Schließzustand ist.

[0067] Dem Stellmotor 44 ist auf seiner dem Ritzel 45 abgewandten Rückseite 54 eine Rückdreheinrichtung 52 in Form einer uhrfederähnlichen Wickel- oder Spiralfeder 53 zugeordnet. Bei entsprechender Betätigung des Verstellmotors 44 zur Drehung der Nockenscheibe 46 zum Öffnen des Rückschlagventils 43 wird die Wickel-/Spiralfeder aus ihrem im Wesentlichen entspannten Zustand in einen gespannten Zustand überführt. erfolgt durch den Verstellmotor 44 eine Rückdrehung der Nockenscheibe 46 zum Schließen des Rückschlagventils 43 wird durch diese entsprechende Rückdrehung auch die Wickel-/Spiralfeder wieder entspannt. Bei einem Ausfall des Stellmotors 44 und bei geöffnetem Rückschlagventil 43 erfolgt eine automatische und selbsttätige Rückdrehung der Nockenscheibe 46 durch die Spannung der Wickel-/Spiralfeder, so dass ein Schließen des Rückschlagventils 43 sowohl durch die Federbeaufschlagung des Ventilelements in Richtung Schließstellung als auch insbesondere durch die Rückdrehkraft der Wickel/Spiralfeder als Rückdreheinrichtung 52 gewährleistet ist.

[0068] Zur weiteren Steuerung und Überprüfung der Pumpvorrichtung 1 besteht noch die Möglichkeit, entsprechend einen Leck- und/oder Drucksensor 64 seitlich im Pumpengehäuse 35 anzuordnen, wobei die Anordnung auch an anderer Stelle des Pumpengehäuses erfolgen kann.

[0069] Das Gehäuse 35 ist insgesamt modular aufgebaut, wobei ein erstes Modul im Wesentlichen der Antriebseinrichtung 5, ein zweites gegebenenfalls aus Untermodulgruppen zusammengesetztes Modul dem Zylinder 63 und schließlich noch ein Modul dem Sicherheitsventil 42 zugeordnet ist.

[0070] In Fig. 2 ist ein Detail „X“ aus Fig. 1 vergrößert zur Darstellung der Schnellkupplungseinrichtung 57 dargestellt. Diese ist aus zwei Kupplungsteilen 66, 67 gebildet, die in einfacher Weise miteinander sowohl zur Befestigung der Pumpenvorrichtung an einer entsprechenden Einrichtung als auch zur Herstellung der Fluidverbindung sowohl zwischen Pumpvorrichtung 1 und Ventil 2 als auch zwischen Pumpvorrichtung 1 und Hydraulikfluidversorgungsleitung 58 verbindbar sind. Die Verbindung kann ferngesteuert durch entsprechende Fahrzeuge erfolgen.

[0071] In **Fig. 3** ist ein Schnitt entlang der Linie III – III aus **Fig. 1** dargestellt, wobei **Fig. 1** einen Schnitt entlang der Linie I – I aus **Fig. 3** entspricht.

[0072] Bei dem Schnitt nach **Fig. 3** sind insbesondere zwei redundant angeordnete Stellmotore **44**, **59** sichtbar, die jeweils von dem Druckschalter **41** ansteuerbar sind. Eine entsprechende Ansteuerung kann auch von außerhalb der Pumpvorrichtung **1** und ferngesteuert erfolgen. Im unteren Teil des Pumpengehäuses **35** der Pumpvorrichtung **1** sind noch zumindest zwei Kompensatoren **68** dargestellt, die insbesondere bei Temperaturänderungen Volumenänderungen des Hydraulikfluids kompensieren können durch entsprechende Aufnahme oder Abgabe des Hydraulikfluids.

[0073] Erfindungsgemäß ergibt sich eine elektrisch betätigbare und arbeitende Antriebseinrichtung **5**, die modularartig an einem Pumpengehäuse **35** lösbar befestigt ist und als Aktuator für die eigentliche Pumpe aus Kolben **61** und Zylinder **63** dient. Die Antriebseinrichtung ist aus verschiedenen Untergruppen zusammengesetzt, die sehr verschleißarm und damit wartungsfreundlich arbeiten und einen hohen Wirkungsgrad sowie kompakte Bauweise aufweisen.

[0074] Durch diesen elektrischen Aktuator besteht in einfacher Weise die Möglichkeit, mit dem entsprechenden Kolben einen Druck von bis zu 1,5 kbar oder mehr auszuüben.

[0075] Als Sicherheitseinrichtung ist der Pumpvorrichtung **1** ein Stell- oder Schrittmotor **44** zugeordnet, der bei einem zu hohem Druck oder dergleichen ein Sicherheitsventil **42** mechanisch öffnet. Aus Redundanzgründen ist der Stellmotor **44** zweifach angeordnet und jedem der Stellmotore ist eine automatisch arbeitende Rückdreheinrichtung **52** zugeordnet. Das von der erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung **1** verwendete Hydraulikfluid ist ein Einspritzfluid, das beispielsweise bei maritimen Trees bei der Rohöl- und Gasförderung nahezu immer eingesetzt wird und ein sogenannter Inhibitor ist. Von diesem Fluid ist eine ausreichende Menge vor Ort vorhanden, so dass keine Versorgungsmängel auftreten oder das Fluid aufwendig an den entsprechenden Einsatzort gebracht werden mußte. Selbst bei einem Leck des entsprechenden Fluids ergibt sich kein Nachteil, da dieses Fluid sowieso dem zu fördernden Rohstoff zugesetzt wird.

[0076] Die erfindungsgemäße Pumpvorrichtung **1** weist den Zwischenspeicher **31** auf, der sowohl die eigentlichen Pumpteile umgibt und gleichzeitig einen Vorrat an Hydraulikfluid enthält, der bei einem Leck des zu versorgenden Ventils **2** eine entsprechende Versorgung mit Hydraulikfluid über einen längeren Zeitraum ermöglicht. Außerdem ist mit diesem Zwischenspeicher **31** auch die Rückführleitung **55** ver-

bunden, die bei Auslösen des Sicherheitsventils **42** Hydraulikfluid zurückführt. Dadurch findet keine Abgabe an die Umgebung statt und ebenso wenig eine entsprechende Verschmutzung oder gar eine Rückführung an einen weit entfernt liegenden Ort, wie beispielsweise vom Meeresboden zur Meeresoberfläche. Der Akkumulator **37** erfüllt eine weitere wichtige Funktion, da er im Wesentlichen als Druckspeicher aufgrund der Anordnung der Belleville-Federn wirkt. Durch entsprechende Größenauslegung von Akkumulator, Ventil und eigentlicher Pumpe kann diese über einen langen Zeitraum wartungsfrei arbeiten, wobei aufgrund der Anordnung des Druckspeichers die Pumpe an sich nur selten betätigt werden muss. Als Beispiel sei darauf hingewiesen, dass bei einem erforderlichen Druck von ungefähr einem kbar für das Ventil **2** und einem erzeugbaren Druck durch die Pumpvorrichtung **1** von beispielsweise 1,4 kbar durch zeitweiliges Betätigen der Pumpvorrichtung **1** der Druckspeicher **37** Hydraulikfluid mit ungefähr 1,4 kbar enthält. Das heißt, die Pumpe der Pumpvorrichtung **1** muss beispielsweise so lange nicht betätigt werden, wie der Druckverlust im Druckspeicher weniger als ungefähr 0,4 kbar beträgt. Erst bei einem Absinken des Drucks auf einen Wert von weniger als 1,0 kbar wird die Pumpe wieder arbeiten und den Druckspeicher erneut aufladen.

[0077] Die gesamte Pumpvorrichtung **1** ist in einfacher Weise durch ein ferngesteuertes Fahrzeug oder gar durch einen Taucher vor Ort insbesondere auch durch Verwendung der Schnellkupplungseinrichtung **47** anbringbar oder lösbar.

[0078] Es besteht die Möglichkeit, sowohl ferngesteuert als auch vor Ort auf die Pumpvorrichtung **1** zuzugreifen, indem beispielsweise die entsprechenden Funktionen extern gesteuert werden, wie Betätigen des Stellmotors **44** oder Betätigen der Elektromotore **9**.

[0079] Über die Pumpvorrichtung **1** kann ebenfalls eine entsprechende Überwachung des Ventils **2** erfolgen, das in der Regel als Downhole-Sicherheitsventil eingesetzt ist. So kann beispielsweise eine Drucküberwachung oder auch eine Überwachung anderer Merkmale des Sicherheitsventils **2** über die Pumpvorrichtung **1** und deren elektrische Verbindung zu einem entfernten Ort erfolgen.

Schutzansprüche

1. Pumpvorrichtung (1) zur hydraulischen Betätigung eines insbesondere bei der Rohöl- oder Erdgasförderung eingesetzten Ventils (2), wie eines einer Förderleitung oder einem Tree zugeordneten Sicherheitsventils, mit einer Kolben- Zylindereinheit (3), von welcher Hydraulikfluid (4) in Richtung Ventil (2) unter Druck pumpbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine elektrische Antriebseinrichtung (5) mit dem

Kolben (61) der Kolben-Zylindereinheit (3) zu dessen alternierender Bewegung in Kolbenlängsrichtung (62) innerhalb des Zylinders (63) bewegungsverbunden ist.

2. Pumpvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Antriebseinrichtung (5) einen Gewindetrieb (6), ein Untersetzungsgetriebe (7), ein Stirnradgetriebe (8) und wenigstens eine Antriebswelle (21) mit zumindest einem diese drehenden Elektromotor (9) aufweist.

3. Pumpvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewindetrieb (6) eine drehbare, aber axial unverschiebbliche Spindelmutter (10) und eine axial verschiebbliche Gewindespindel (11) aufweist.

4. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gewindespindel (11) an ihrem Betätigungsende (12) mit dem Kolben (61) lösbar verbunden ist.

5. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spindelmutter (10) mit dem insbesondere als sogenanntes Harmonic Drive-Getriebe (13) ausgebildeten Untersetzungsgetriebe (7) bewegungsverbunden ist.

6. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spindelmutter (10) mit einer flexiblen, becherförmigen Zahnhülse (14) des Harmonic Drive Getriebes (13) drehfest verbunden ist.

7. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Zahnhülse (15) und Spindelmutter (10) eine Drehhülse (15) angeordnet ist, welche an einem Ende (16) mit der Zahnhülse (14) und an ihrem anderen Ende (17) mit der Spindelmutter (10) drehfest verbunden ist.

8. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wellengenerator (18) des Harmonic Drive-Getriebes (13) drehfest mit einem ersten Stirnrad (19) des insbesondere schrägverzahnten Stirnradgetriebes (8) verbunden ist, wobei ein zweites Stirnrad (20) an der von dem Motor angetriebenen Antriebswelle (21) drehfest angeordnet ist.

9. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stirnradgetriebe (8) ein schrägverzahntes Doppelschraubgetriebe (22) ist.

10. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

der Kolben (61) in einem Kolbenraum (23) des Zylinders (63) in Kolbenlängsrichtung (62) verstellbar gelagert ist, wobei der Kolbenraum (23) an seiner Stirnseite (25) wenigstens eine Ansaug- und eine Abgabeborung (26, 27) aufweist.

11. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Bohrung (26, 27) ein entgegengesetzt zur Hydraulikfluidströmungsrichtung durch die jeweilige Bohrung (27, 28) kraftbeaufschlagtes Rückschlagventil (28, 29) zugeordnet ist.

12. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung (27, 28) in einer insbesondere lösbar am Zylinder (63) befestigten Zylinderbodenplatte (30) ausgebildet ist.

13. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansaugbohrung (26) mit ihrem dem Kolben (61) abgewandten Ende (32) in einen Zwischenspeicher (31) der Pumpvorrichtung (1) mündet.

14. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zuführleitung (33) des Hydraulikfluids in den Zwischenspeicher (31) mündet.

15. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgabeborung (27) mit einer Abgabelleitung (34) zur Weiterleitung des Hydraulikfluids in Richtung Ventil (2) in Verbindung ist.

16. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgabelleitung (34) durch den Zwischenspeicher (31) hindurch aus einem Pumpengehäuse (35) hinausgeführt ist.

17. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von der Abgabelleitung (34) eine Verbindungsleitung (36) zur Verbindung mit einem Akkumulator (37) abzweigt.

18. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Akkumulator (37) einen Druckspeicher insbesondere in Form von Belleville-Federn aufweist.

19. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Abzweingleitung (39, 40) von der Abgabelleitung (34) und/oder der Abgabeborung (27) abzweigt.

20. Pumpvorrichtung nach einem der vorange-

henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Abzweigung (39) zu einem Druckschalter (41) führt.

21. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckschalter (41) bei Erreichen eines vorbestimmten Hydraulikfluiddrucks in der ersten Abzweigung (39) ein elektrisches Steuersignal zum Öffnen eines Sicherheitsventils (42) ausgibt.

22. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitsventil (42) in einer zweiten Abzweigung (40) angeordnet ist.

23. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitsventil (42) als mechanisch betätigbares Rückschlagventil (43) ausgebildet ist.

24. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische Steuersignal an einen elektrischen Stellmotor (44), insbesondere Schrittmotor, übertragbar ist, durch welchen das Sicherheitsventil (42) mechanisch betätigbar ist.

25. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ritzel (45) mit dem Stellmotor (44) antriebsverbunden ist, welches Ritzel (45) mit einer Nockenscheibe (46) drehverbunden ist, wobei ein Betätigungsstößel (47) des Sicherheitsventils (42) mit der Nockenscheibe (46) in Anlage ist.

26. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nockenscheibe (46) wenigstens einen Betätigungsnocken (48) entlang ihres Umfangs aufweist.

27. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Betätigungsstößel (47) ein Rollenstößel (49) ist, der mit seiner Rolle (50) mit einer Umfangsfläche (51) der Nockenscheibe (46) in rollender Anlage ist.

28. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rollenstößel (49) in Richtung Nockenscheibe (46) federbeaufschlagt ist.

29. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Nockenscheibe (46) und/oder dem Stellmotor (44) eine automatische Rückdreheinrichtung (52) zur Rückdrehung der Nockenscheibe (46) zugeordnet ist.

30. Pumpvorrichtung nach einem der vorange-

henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine uhrfederähnliche Wickel- oder Spiralfeder (53) als Rückdreheinrichtung (52) dem Stellmotor (44) zugeordnet ist, welche durch Betätigung des Stellmotors zum Öffnen des Sicherheitsventils (42) aus ihrem im Wesentlichen entspannten Zustand in einen gespannten Zustand übertührbar ist.

31. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wickel-/Spiralfeder (53) auf der dem Ritzel (45) abgewandten Rückseite (54) des Stellmotors (44) mit diesem antriebsverbunden ist.

32. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückführleitung (55) zur Rückführung des Hydraulikfluids bei geöffnetem Sicherheitsventil (42) von diesem bis zum Zwischenspeicher (31) verläuft.

33. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpvorrichtung (1) modularartig aufgebaut ist.

34. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nockenscheibe (46) auf einem Außenumfang (56) der Drehhülse (15) drehbar gelagert ist.

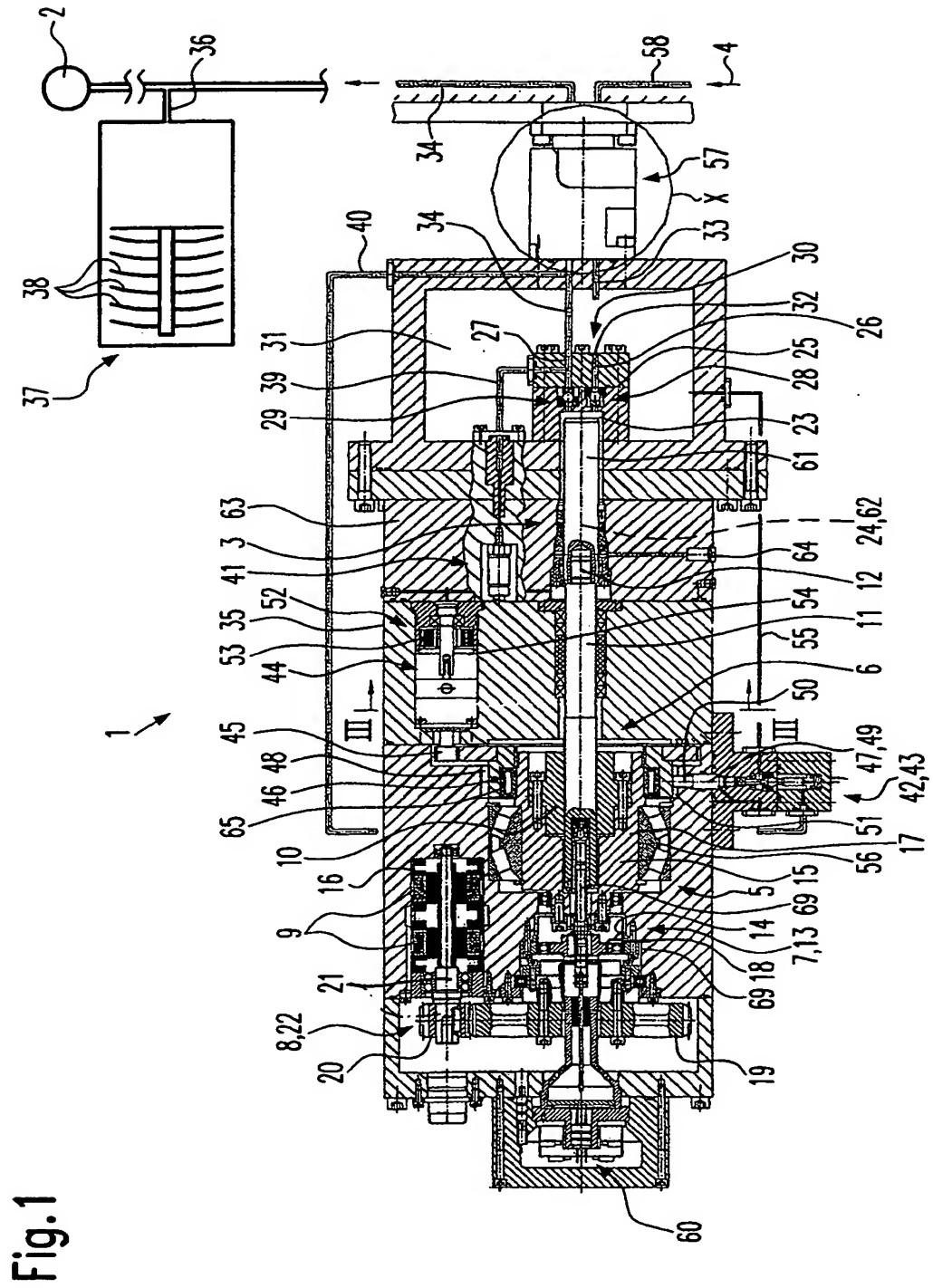
35. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schnellkupplungseinrichtung (57) zwischen Pumpengehäuse (35) und Hydraulikfluidversorgungslleitung (58) angeordnet ist.

36. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Stellmotore (44, 59) redundant zueinander angeordnet sind.

37. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Hydraulikfluid ein Einspritzfluid, insbesondere ein Inhibitor ist.

38. Pumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Positionssensor (60) zumindest der Gewindespindel (11) zugeordnet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



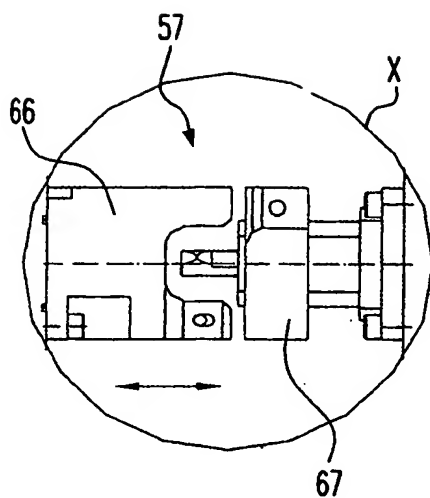


Fig. 2

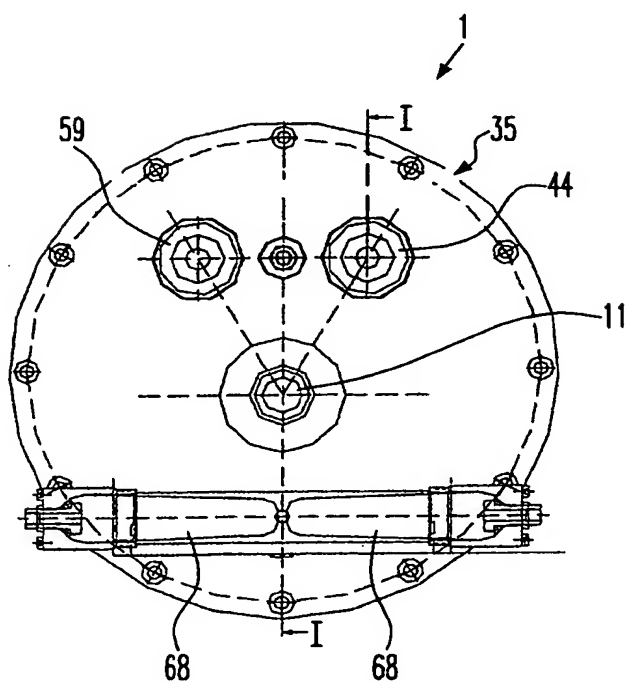


Fig. 3